

(59) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-205615

(43) 公開日 平成5年(1993)8月13日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H O 1 J	9/02	B 7354-5 E		
	27/26	7135-5 E		
	31/00	8326-5 E		
	37/073	9069-5 E		

審査請求 未請求 請求項の数 4

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-10044

(22) 出願日 平成4年(1992)1月23日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 堀端 慎二

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料デバイス研究所内

(72) 発明者 由良 信介

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料デバイス研究所内

(72) 発明者 森川 和敏

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料デバイス研究所内

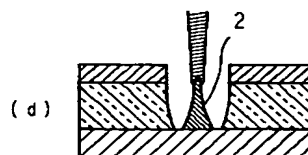
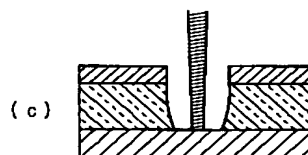
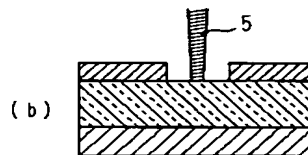
(74) 代理人 弁理士 高田 守

(54) 【発明の名称】 電界放射素子の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 電界放射素子の特性のバラツキと放射電流の経時変化を抑え、低電圧での電子放射を可能にする。

【構成】 集束ビームを用いた直接エッチング、直接堆積により電界放射素子を製作する。



1:基板
2:エミッタ
3:ゲート
4:絶縁層
5:集束ビーム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子を放射するエミッタと、このエミッタに引出し電界を印加するゲート電極及びエミッタとゲート電極を分離する絶縁層で構成された電界放射素子において、集束ビームを用いてゲート層、絶縁層をエッチングして円筒形状のゲート穴部を形成し、その後集束ビームを用いてゲート穴部にエミッタを堆積形成することを特徴とする電界放射素子の製造方法。

【請求項2】 前記電界放射素子において、ゲート層を集束ビームを用いたエッチングにより穴明けした後、このゲート層をマスクとして反応性エッチングにより絶縁層をエッチングし、この形成したゲート穴部に集束ビームを用いてエミッタを堆積形成することを特徴とする電界放射素子の製造方法。

【請求項3】 前記電界放射素子において、エッチングによるゲート穴部形成と堆積によるエミッタ形成とを、基板の脱着をしない一貫プロセスで行うことを特徴とする請求項1及び2記載の電界放射素子の製造方法。

【請求項4】 前記電界放射素子において、エッチング工程とエミッタの堆積形成工程の集束ビーム径は異なった大きさとし、かつエミッタの堆積形成工程の集束ビーム径を小さくしたことを特徴とする電界放射素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、真空管やCRT型ディスプレイの電子源、または半導体製造装置に用いられる電子源などに適用される電界放射素子の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図4は、文献(Journal Applied Physics Vol. 47, No. 12 December, 1976 p. 5248~p. 5263)に示されたスピント型の電界放射素子である。図において、1は電界放射素子が形成される基板、2は基板1上に形成され、電子を発生させる先端が鋭く尖った円錐上のエミッタ、3はこのエミッタ2と微小隙を有し、強い電界を掛けて電子を発生させるゲート、4はエミッタ2とゲート3との間を絶縁する絶縁層である。この例においては、エミッタ2の高さは約2 μ m、ゲート3の径は約1.5~2 μ mで、エミッタ2の先端の半径は500オングストロームであり、エミッタ2及びゲート3はモリブデン(Mo)、絶縁層4は酸化ケイ素(SiO₂)から構成されている。

【0003】このように構成された電界放射素子においては、ゲート3の径が小さく、エミッタ2の先端が尖っているため、エミッタ2の先端部に電界が集中しやすく、約100Vの比較的低い電圧をゲート3に印加することにより、約107 V/cmという大きな電界が発生できる。このような高い電界のもとでは、エミッタ2の

表面から約10オングストロームのごく近傍で物質内部よりも真空中の方が低エネルギー状態となるため、トンネル効果により電子が物質内から真空中に浸み出すこととなる。このとき、発生する電流は1個のエミッタ2で数十 μ Aである。また、このような電界放射素子は、図5に示されるようにマトリクス上に高密度に配列されている。ここでは、電界放射素子が12.7 μ mピッチで多数配列されており、同時に動作させることによって電流密度としては10A/cm²が得られる。

10 【0004】次に、上記のように構成されたスピント型の電界放射素子の製造方法について説明する。まず、図6(a)に示されるように、Si基板1上に膜厚約1~1.5 μ mの絶縁膜4を形成し、さらにその上に約0.5 μ mの金属膜3を成膜してから、写真製版にて約1~2 μ m径の円形の穴を有するマスク6をフォトリソで形成する。その後図6(b)に示されるように、この金属膜3上からリアクティブイオンエッチング(以下RIEと略記)またはエッチング液によりエッチングすることによりゲート3と絶縁層4に微小な穴を形成する。
20 その後、図6(c)に示されるように、アルミ(Al)7を斜めから蒸着し、穴に底を形成する。次にモリブデン(Mo)8を真上から蒸着する。このとき、上記穴は蒸着の過程で次第に閉じる。これに従い、図6(d)に示されるように穴の中に、円錐形状のエミッタ2が形成されることとなる。最後に、図6(e)に示されるようにアルミ膜7(Al)をウェットエッチングにより除去することによって、電界放射素子は形成される。また、このようなスピント型の電界放射素子の製造方法は他にもいくつか発表(例えば、1990年電子情報通信学会秋季全国大会講演予稿集5-P282参照)されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のように構成されていたスピント型の電界放射型素子は、例えばエミッタ2の先端径や、エミッタ2の先端とゲート3との位置関係により放射電流が変し、また、エミッタ2の先端とゲート3の距離により放射電流がばらつくことが知られている。しかしながら、上記のスピント型の電界放射素子のエミッタ2の形状は、Moの蒸着の際の底の径、絶縁膜の厚さ、蒸着源と試料の距離で調整するなどいずれも間接的にしか制御することができず、所望の形状にするのは、困難であり、電界放射素子間に特性のバラツキが生じることとなるという問題点があった。さらにエミッタ2とゲート3の間に印加する電圧は、低電圧が望ましく、エミッタ2の先端径を鋭くすることとエミッタ2とゲート3間距離を微小化することが求められているが、従来の製造方法では実現できていない。

50 【0006】また、電界放射素子の電子放射特性は、エミッタ材料の仕事関数に依存しているため、エミッタ表面に汚れや吸着物が付着すると、エミッタとしての仕事

関数が増加し、放出電流が変動する。また、付着状態は時間的にも不安定なので、放出電流が経時変化することになる。しかしながら従来の方法では、写真製版で用いるフォトリソの塗布・除去工程やアルミのウェットエッチング工程などにおける汚れや残さのために、エミッタ表面を均一に安定な状態に保つことは困難であり、電界放射素子からの放射電流が変動することとなる。以上説明したように、従来の製造方法においては電界放射素子の特性のパラッキと放射電流の経時変化を抑えることも、或いは低電圧で電子を放射できる素子を製作することは困難であるという問題点があった。

【0007】この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、エミッタ2の先端径及びエミッタとゲート3との位置関係を高精度に制御できるとともに、エミッタ2が均一で安定な表面状態を有する電界放射素子の製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明に係る電界放射素子の製造方法は、集束ビームを用いてゲート層、絶縁層をエッチングして円筒形状のゲート穴部を形成し、その後集束ビームを用いてゲート穴部にエミッタを堆積形成する。また、ゲート層を集束ビームを用いたエッチングにより穴明けした後、このゲート層をマスクとして反応性エッチングにより絶縁層をエッチングし、この形成したゲート穴部に集束ビームを用いてエミッタを堆積形成する。また、エッチングによるゲート穴部形成と堆積によるエミッタ形成とを、基板の脱着をしない一貫プロセスで行う。さらにエッチング工程とエミッタの堆積形成工程の集束ビーム径は異なった大きさとし、かつエミッタの堆積形成工程の集束ビーム径を小さくした写真製版を用いずに集束ビームでエッチングと堆積を直接行うものである。

【0009】

【作用】この発明における電解放射素子において、集束ビームを用いてエッチングと堆積を行うので、集束ビーム径に相当した微細な加工ができる。このため、エミッタ2の先端径を鋭くすることができ、また、エミッタ2の先端とゲート3との距離を高精度に制御できる。

【0010】また、写真製版やウェットエッチングの工程を省略できるので、マスクレスの一貫プロセスを実現でき、これらの省略工程に起因してエミッタ2の表面に付着する汚れや吸着物を無くすることができる。

【0011】さらに集束ビームを用いる場合には、各工程での基板のとりはずしに伴う再位置合わせが問題であったが、同一真空槽内で実施できる一貫プロセスとしたので、基板のとりはずしが不要になり、集束ビームの位置決め精度で各工程を行うことができる。

【0012】

【実施例】

実施例1. 本発明の実施例を図について説明する。ま

ず、図1(a)に示すようにシリコン(Si)、ガラスなどの基板1上に厚さが約0.5μmのSiO₂などの絶縁層4を形成し、その上に約0.2μmの導電層3を成膜する。その後、図1(b)に示されるように約0.1μm径に集束したGa⁺のイオンビーム5を照射してスパッタエッチングを行う。これを走査することにより導電層3に約0.5μm径の円形状の穴を形成する。次に、塩素ガスなどの反応性ガス雰囲気中で、集束イオンビーム5を照射・走査し、イオン照射によってエッチング反応を誘起させて、絶縁層4を選択的にエッチングする。これにより、図1(c)に示されるような円筒形状のゲート穴部が形成されている。最後に図1(d)に示されるようにC₂H₄F₆O₂Auのような有機金属化合物ガスなどの雰囲気中で、ゲート穴中心に0.1μm穴径の集束イオンビーム5を照射すると、Auなどを集束イオンビーム5の径に対応したパターンで直接堆積できるので、約0.6μmの高さのエミッタ2を形成する。

【0013】このように本製造方法では集束イオンビーム5を用いたエッチングと堆積により電界放射素子を形成するので、集束イオンビーム5の径に対応した微細加工を行うことができる。すなわち、約0.1μm径の集束イオンビーム5を照射した状態で、約0.6μmの高さまでエミッタ2を堆積していくと、エミッタ2先端径は非常に鋭くすることができる。また、エミッタ2の高さは堆積速度で制御でき、ゲート3の穴径是集束イオンビーム5と走査精度で制御できるので微細化できる。さらに集束ビーム5を用いる図1(b)～(d)の工程は、同一真空槽内で基板のとりはずしをしないで行うことができ、基板のとりはずし、とり付けに伴う再位置合わせが不要になる。したがって位置合わせは、集束イオンビーム5の高精度な位置決めで行うことができる。このため、エミッタ2先端とゲート3の位置関係を微小な間隔で高精度に制御することができる。

【0014】さらに、本製造方法では、集束イオンビーム5を用いて直接エッチング直接堆積を行うため、写真製版工程やウェットエッチング工程を省略できる。このため、フォトリソの塗布・除去工程やウェットエッチング工程などに起因した汚れや吸着物を無くしたマスクレスの一貫プロセスを実現できる。

【0015】そして、図1(b)～(d)に示すような集束イオンビーム5を用いた直接エッチング、直接堆積の工程は同一真空槽内で実施できるので、大気などにさらすことによる汚れを無くすることができるとともに、工程が簡略化して製作に要する期間を短縮することができる。さらに、原理的には図1(a)に示す絶縁層4、ゲート層3の堆積も同一真空層内で実施できるので、マスクレスの一貫プロセスを実現できる。

【0016】実施例2. 前記実施例1では、絶縁層4エッチングは、反応ガス雰囲気中で集束イオンビーム5を照射することにより行ったが、集束イオンビーム5は照

5

射しないで、ゲート層をマスクとしてCF₄ ガスなどをプラズマ状態にして行うリアクティブイオンエッチング(RIE)を用いても良い。この製造方法を図2に示すが、RIEを用いることにより多数のゲート層マスクに対応した部分の絶縁層4を一括してエッチングすることができ、さらに絶縁層4にサイドエッチを施すことも可能である。また、この絶縁層4のエッチングは、エッチング液を用いるウェットエッチングで行ってもよい。

【0017】実施例3。前記実施例1では同一径の集束イオンビームを用いており、エッチング工程では小さい径の集束イオンビーム5を走査して照射したが、エッチング工程と堆積工程とで集束イオンビーム5の径を変えても良い。エッチング工程の集束イオンビーム5径は、ゲート穴径に対応して大きくし、堆積工程では小さなビーム径で使用すれば、ビーム走査が不要になる。この実施例を図3に示す。

【0018】なお、前記実施例1～3では集束ビーム5としてイオンビームを用いたが、電子ビームを用いても良い。電子ビームはイオンビームに比べ、ビームの集束が容易でビーム径を小さくすることができるので、より微細なエッチングや堆積が可能である。また、イオンビームに比べると照射材料に与える損傷を少なくすることができる。

【0019】特にエミッタを堆積する工程では、ビーム径を小さく集束できると先端の鋭いエミッタを形成することができる。このため、ゲート穴部の加工は、エッチング性の良好なイオンビームを用い、エミッタの堆積はビーム径を小さくできる電子ビームを用いると良い。

【0020】また、集束ビーム5としてレーザービームを用いても良い。レーザービームは走査速度が速いの

6

で、スループットを上げることができるとともに、高真空が不要であるので、本発明を行うための製造装置を安価で実現することができる。

【0021】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば集束ビーム5を用いて直接エッチング、直接堆積を行うようにしたので電界放射素子の特性のバラツキと放射電流の経時変化を抑えることができ、さらに低電圧で電子を放射できる素子を製作することができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1による電界放射素子の製造方法の説明図である。

【図2】本発明の実施例2による電界放射素子の製造方法の説明図である。

【図3】本発明の実施例3による電界放射素子の製造方法の説明図である。

【図4】従来の電界放射素子の断面図である。

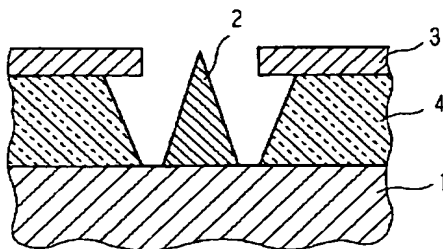
【図5】従来の電界放射素子の斜視図である。

【図6】従来の電界放射素子の製造方法の説明図である。

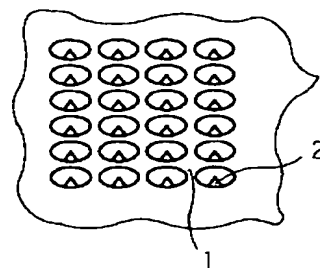
20 【符号の説明】

- 1 基板
- 2 エミッタ
- 3 ゲート
- 4 絶縁層
- 5 集束ビーム
- 6 フォトリソによるマスク
- 7 アルミ蒸着膜
- 8 モリブデン蒸着膜

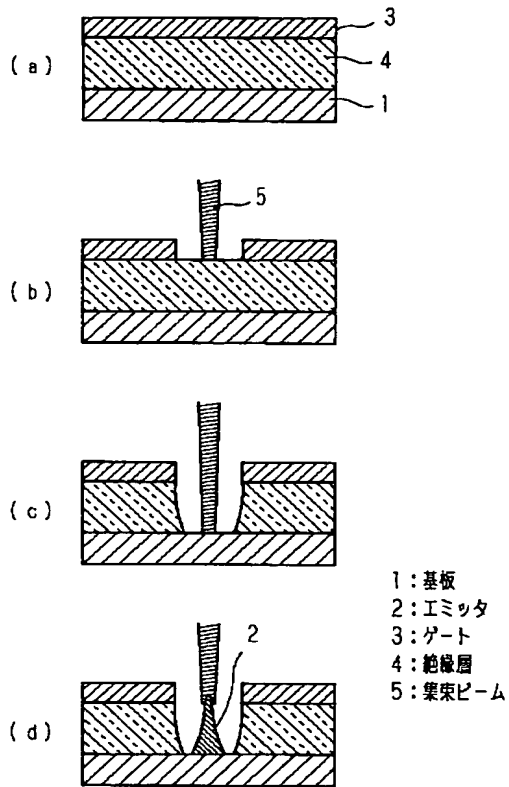
【図4】



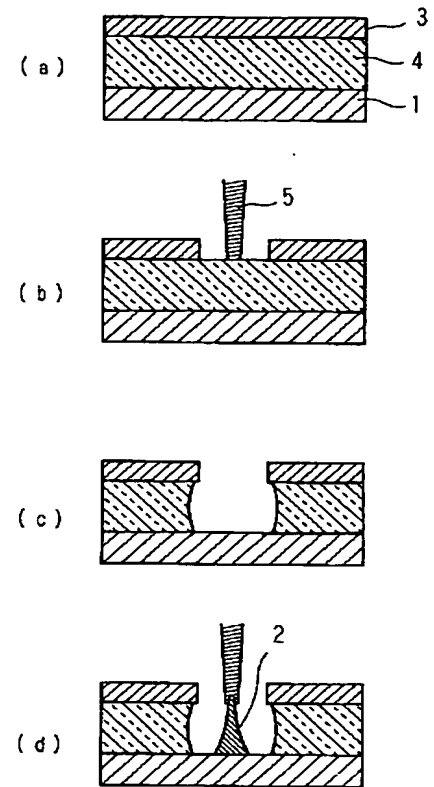
【図5】



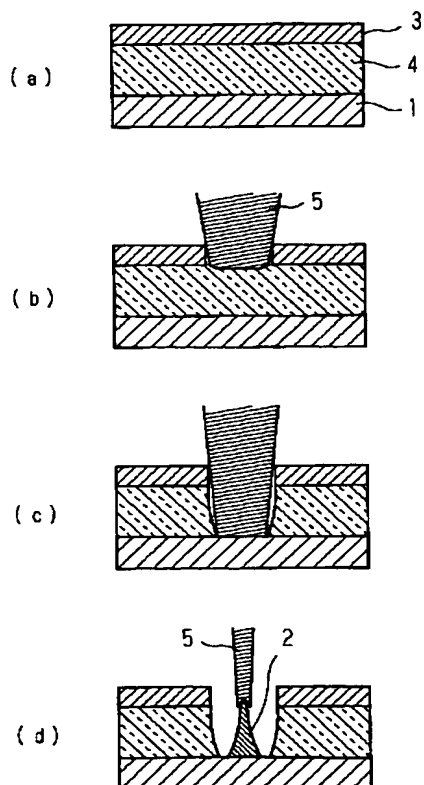
【図1】



【図2】



【図3】



【図6】

